

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-155151

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 7/30

H 0 4 N 7/133

Z

1/41

1/41

B

7/08

7/08

Z

7/081

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平9-50195

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月5日

(31) 優先権主張番号 特願平8-259771

(32) 優先日 平8(1996) 9月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-259772

(32) 優先日 平8(1996) 9月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 藤原 司郎

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 奥原 靖彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 中野 裕隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

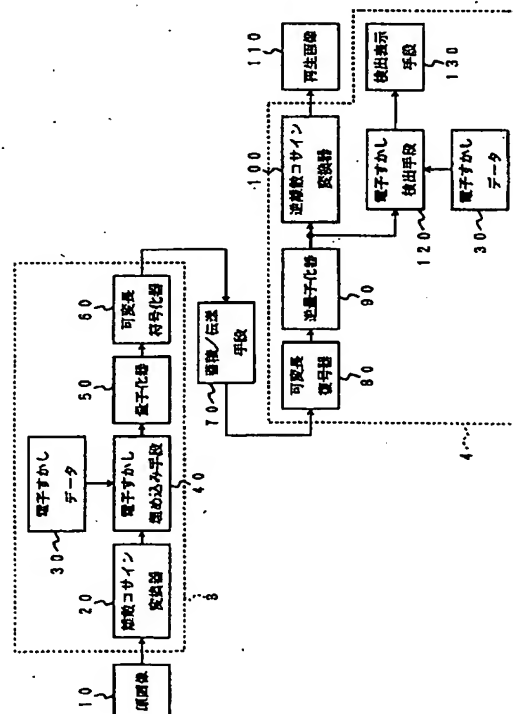
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像データ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 圧縮符号化されたデジタル画像データの不正複製を検出、防止する。

【解決手段】 エンコーダは、空間周波数領域に変換された画像の特徴的な部分にある特定の電子すかしデータを埋め込む手段40と、電子すかしデータが埋め込まれた空間周波数領域のデータを量子化する量子化器50と、量子化器出力を可変長符号化する可変長符号化器60とを有し、圧縮符号化されたデジタル画像データを出力する。デコーダは圧縮符号化されたデジタル画像データを空間周波数領域のデータに復元する可変長復号化器80および逆量子化器90と、復元されたデータから電子すかしデータを検出する手段120と、検出結果を表示する検出表示手段130とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 原画像に直交変換を施し、空間周波数領域のデータセットに変換する変換手段と、

予め定められた n 個1組の識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ と前記空間周波数領域のデータセットから選ばれた n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ とから求められた n 個の第2の空間周波数データを前記空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ に各々加算することにより前記空間周波数のデータセットを修正し、前記空間周波数領域のデータセットに前記識別データを埋め込むデータ埋め込み手段と、

この修正された空間周波数のデータセットを圧縮符号化する圧縮手段とから構成される画像データ処理装置。

【請求項2】 前記データ埋め込み手段は、 n 個の前記識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ と前記 n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ とを各々乗算し、この乗算結果を定数 (α) 倍した結果 $\alpha * w(i) * f(i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)を対応する空間周波数データ $f(i)$ に加えることにより、前記空間周波数データセットを修正し、前記埋め込み手段出力とすることを特徴とする請求項1に記載の画像データ処理装置。

【請求項3】 原画像に直交変換を施して、空間周波数領域のデータセットに変換し、前記空間周波数領域のデータセットから選ばれた n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ と予め定められた識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ とから求められた n 個の第2の空間周波数データを前記 n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ に各々加算し、この加算により修正された空間周波数のデータセットを圧縮符号化することにより得られたデータが供給される画像データ処理装置であり、

前記圧縮されたデータセットを伸長する伸長手段と、前記伸長器で伸長されたデータセットから、前記修正された n 個の空間周波数のデータ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ の復元値 $F(1), F(2), \dots, F(n)$ を得、この復元値 $F(i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)から前記識別データを検出すると検出信号を出力する検出手段とから構成される画像データ処理装置。

【請求項4】 前記検出手段は、前記復元値 $F(i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)の部分平均 $avg(F(i))$ ($i = 1, 2, \dots, n$)を計算する部分平均計算手段と、前記復元値をそれに対応する部分平均で除した n 個の値 $(F(i) / avg(F(i)))$ ($i = 1, 2, \dots, n$)と前記識別データ $w(i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)との類似度を算出し、この類似度が所定の値より大であるときに、前記検出信号を出力することを特徴とする請求項3に記載の画像データ処理装置。

【請求項5】 前記復元された空間周波数領域のデータ

セットに逆直交変換を施して、前記原画像を復元する手段と、

前記検出する手段が、検出信号を出力したときに、前記復元された原画像に画像記録装置を誤動作させるための信号を混入して前記画像記録装置に供給し、そうでない場合には、前記復元された原画像を前記画像記録装置に供給する供給手段とを更に備えた請求項3または4に記載の画像データ処理装置。

【請求項6】 符号化部と復号化部とからなる画像データ処理装置であり、

前記符号化部は、原画像に直交変換を施し、空間周波数領域のデータセットに変換する変換手段と、

この空間周波数領域のデータセットに、予め定められた1組の識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ と前記空間周波数領域のデータセットから選ばれた空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ とから求められた第2の空間周波数データを前記空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ 加算することにより前記空間周波数領域のデータセットに前記識別データを埋め込むデータ埋め込み手段と、

この前記識別データが埋め込まれた前記空間周波数領域のデータセットを圧縮符号化する圧縮手段とから構成され、

前記復号化部は、前記圧縮された空間周波数領域のデータセットを伸長し、前記空間周波数領域のデータセットを復元する伸長手段と、

前記符号化部で前記第2の空間周波数データが加算された n 個の空間周波数データの復元値 $F(1), F(2), \dots, F(n)$ から前記識別データを検出すると検出信号を出力する検出手段とから構成される画像データ処理装置。

【請求項7】 前記データ埋め込み手段は、 n 個の前記識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ と前記 n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ とを各々乗算し、この乗算結果を定数 (α) 倍した結果である前記第2の空間周波数データ $\alpha * w(i) * f(i)$ を対応する空間周波数データに加えることにより、前記空間周波数データセットを修正し、前記埋め込み手段出力とし、

前記検出手段は、前記復元値 $F(i)$ の部分平均 $avg(F(i))$ ($i = 1, 2, \dots, n$)を計算する部分平均計算手段と、前記復元値 $F(i)$ をそれに対応する部分平均で除した n 個の値 $(F(i) / avg(F(i)))$ ($i = 1, 2, \dots, n$)と前記識別データ $w(i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)との類似度を算出し、この類似度が所定の値より大であるときに、前記検出信号を出力することを特徴とする請求項6に記載の画像データ処理装置。

【請求項8】 前記復号化装置は、
前記復元された空間周波数領域のデータセットに逆直交変換を施して、前記原画像を復元する手段と、
前記検出する手段が、検出信号を出力したときに、前記復元された原画像に画像記録装置を誤動作させるための信号を混入して前記画像記録装置に供給し、そうでない場合には、前記復元された原画像を前記画像記録装置に供給する供給手段とを更に備えた請求項6または7に記載の画像データ処理装置。

【請求項9】 前記符号化部は、
複数(M)組の識別データを格納する第1のテーブルと、
指定された m ($0 < m \leq M$)組の識別データを順次前記第1のテーブルから読みだし、この第2回目から第($m-1$)回目の第1のテーブルの読みだし毎に、前記埋め込み手段出力を前記埋め込み手段の入力側にフィードバックする符号化制御回路を更に備え、
前記復号化部は、
前記第1のテーブルと同一の識別データを格納する第2のテーブルと、
指定された識別データを順次前記第2のテーブルから読みだして前記検出手段に供給する復号化制御回路を更に備えることを特徴とする請求項6、7または8に記載の画像データ処理装置。

【請求項10】 前記第1、第2のテーブルの少なくとも1つは、画像データ処理装置に着脱自在な構成であることを特徴とする請求項9に記載の画像データ処理装置。

【請求項11】 コンピュータを画像処理装置として動作させるためのプログラムを格納する記録媒体であり、
[a] 原画像に直交変換を施して、空間周波数領域のデータセットに変換するステップ、[b] 前記空間周波数領域のデータセットから選ばれた n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ と予め定められた識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ とから n 個の第2の空間周波数データを得るステップ、[c] 前記第2の空間周波数データを前記 n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ に各々加算し、この加算により前記空間周波数のデータセットを修正するステップ、[d] 前記修正された空間周波数のデータセットを圧縮符号化するステップ、とからなるプログラムを格納する記録媒体。

【請求項12】 前記ステップ[b]は、 n 個の前記識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ と前記 n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ とを各々乗算し、この乗算結果を定数(α)倍した結果 $\alpha * w(i) * f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$)を前記 n 個の第2の空間周波数データを得るステップであることを特徴とする請求項11に記載のプログラムを格納する記録媒体。

【請求項13】 原画像に直交変換を施して、空間周波数領域のデータセットに変換し、前記空間周波数領域のデータセットから選ばれた n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ と予め定められた識別データ $w(1), w(2), \dots, w(n)$ とから求められた n 個の第2の空間周波数データを前記 n 個の空間周波数データ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ に各々加算し、この加算により修正された空間周波数のデータセットを圧縮符号化することにより得られたデータを復元する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを格納する記録媒体であり、[A] 前記圧縮されたデータセットを伸長するステップ、[B] 伸長されたデータセットから、前記修正された n 個の空間周波数のデータ $f(1), f(2), \dots, f(n)$ の復元値 $F(1), F(2), \dots, F(n)$ を得、この復元値 $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$)から前記識別データを検出すると検出信号を出力するステップ、とからなるプログラムを格納する記録媒体。

【請求項14】 前記ステップ[B]は、
前記復元値 $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$)の部分平均 $\text{avg}(F(i))$ ($i=1, 2, \dots, n$)を計算するステップと、
前記復元値をそれに対応する部分平均で除した n 個の値 $(F(i) / \text{avg}(F(i)))$ ($i=1, 2, \dots, n$)と前記識別データ $w(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$)との類似度を算出するステップと、
この類似度が所定の値より大であるときに、前記検出信号を出力するステップ、であることを特徴とする請求項13記載のプログラムを格納する記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル画像の処理装置に関し、特に画像データのエンコード装置およびデコード装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、JPEG、MPEG-1、MPEG-2、H261、H263等の規格に基づいて画像データを圧縮し、再生する装置が開発されている。

【0003】これらの規格に準拠した画像データ符号化復号化装置は、高いデータ圧縮率を実現する一方、高画質を維持するという利点があるので、今後ますます普及すると考えられる。

【0004】これらの圧縮データはデジタルデータであるため、データを繰り返し複製(コピー)しても、画質劣化がほとんどない。このため、オリジナルデータを作成する手間を省き、市販されている画像データをそのまま複製したり、一部分を利用してあたかも自分で作成したように見せかけて、市場に製品として出荷するなどの不正複製が横行している。これに対してオリジナルのデータの制作者は、自分の制作したデータが制作者の許諾

なしに複製されたり、データの一部を改竄して流用されることを防ぐために、データに対してスクランブルをかけることでこの不正コピーの横行に歯止めをかけようとしている。

【0005】図8は従来の不正複製防止機構を盛り込んだデジタル画像データのエンコードデコードの一例を示すブロック図である。エンコード201では、原画像は離散コサイン変換器20、量子化器50、可変長符号化器60を経てMPEG方式等に準拠する圧縮デジタル画像データに変換された後、スクランブラ210でスクランブルをかけられる。スクランブルをかけられたデジタル画像データは、そのスクランブルに対応したデスクランブラを備える装置でないと再生できない。このスクランブルされたデータを蓄積／伝送手段70に伝送する。

【0006】また、デコード202では、入力されるデジタル画像データにはスクランブルがかかっている。デスクランブラ220は、前述のスクランブルをかけられたデータを、デスクランブルし、元のMPEG等に準拠した圧縮デジタル画像データを復元する。復元されたデータは、可変長復号化器80、逆量子化器90、逆離散コサイン変換器100を経て再生画像となり出力される。

【0007】このように、従来はデータにスクランブルをかけることによって、不正複製を防止しようとしていた。

【0008】例えば、特開平6-121313号公報には、そのようなスクランブル技術をアナログ画像信号に対して使用した技術の例が示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、データにスクランブルをかけることで不正複製を防ぐことが可能となったが、技術の進歩とともに、このスクランブルによる不正複製の防止効果がなくなってきた。つまり、不正複製しようとする者が、このスクランブルのアルゴリズムを解析し、データにかけているスクランブルの解除を行うようになったからである。このため、オリジナルのデータ制作者と不正複製しようとする者との間で、新しいスクランブルアルゴリズムの開発と、そのアルゴリズムを解析して不正複製を行うことの繰り返しとなり、根本的に不正複製を防止することはできなくなってきた。そして、スクランブルのアルゴリズム解析などによって一旦スクランブルが解除されてしまうと、その後は通常の複製が可能となる。不正複製されたデータをさらに複製することはきわめて容易であるので、従来技術は、不正複製の拡散を防止することができなかった。

【0010】本発明の目的は、データが不正にコピーされたとしても、それを識別することのできる画像データ処理装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の画像データ処理装置は、圧縮されたデジタル画像データを作成するエンコードにおいて、原画像を離散コサイン変換する離散コサイン変換器と、離散コサイン変換器で変換されたデータにあらかじめ定めたある特定の情報を持つ電子すかしデータを埋め込む電子すかし埋め込み手段と、電子すかし埋め込み手段から出力されたデータを量子化する量子化器と、量子化器によって量子化されたデータを可変長符号化する可変長符号化器とを有する。

【0012】また、圧縮されたデジタル画像データのデコードにおいて、可変長符号化された画像データを可変長復号化する可変長復号化器と、可変長復号化されたデータを逆量子化する逆量子化器と、逆量子化されたデータから電子すかしデータを検出する手段と、当該検出手段で検出された結果を操作している者に通知し、あるいはその結果に応じて何らかの機器の状態を制御する手段と、逆量子化されたデータを逆離散コサイン変換して再生画像を得る手段とを有する。

【0013】エンコードでは、電子すかし埋め込み手段によって、空間周波数領域で表現した画像の特徴的な部分に電子すかしデータを埋め込むことができる。埋め込まれた電子すかしデータは事実上人間の目には知覚できないので、画質を損なうことなく画像に情報を画像データ自身に持たせることができる。

【0014】また、埋め込まれた電子すかしデータは第三者には削除、改変できず、複製などによっても消えないので、画像データの制作時にあらかじめある特定の意味を持った電子すかしデータを埋め込んでおき、デコードでその電子すかしを検出することにより、不正複製されたデータの正当な権利者の証明に利用したり、再生側の機器を制御することによって不正複製を抑制することができる。

【0015】簡単な例としては、画像データに埋め込む電子すかしデータに対して、予め複製禁止という意味を持たせておけば、再生時にデコードがその電子すかしデータが埋め込まれていることを検出した場合のみ、その画像データの複製は禁止されているという主旨の音声、文字などによって警告を発することで、画像データの利用者の良心に訴え、不正利用を思いとどまらせる効果を期待できる。

【0016】別の例としては、その電子すかしデータに対して、著作権者の電子署名という意味を持たせておけば、著作権者が自分の画像データが不正に複製使用されていると思われるデータを見つけた場合に、デコードによってその画像データに自らの電子すかしデータが埋め込まれていることを示し、相手に使用の中止を求めたり、あるいは損害賠償請求などの法的措置の際の証拠として利用できる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態について

て説明する。

【0018】本発明の理解のため、まずはじめに、JPEG、MPEG-1、MPEG-2、H261、H263等に準拠したエンコーダ/デコーダについて簡単に説明しておく。

【0019】これらの規格は、細かな点では異なっているが、画像圧縮の基本的アルゴリズムとして、離散コサイン変換、量子化、可変長符号化（ハフマン符号化）を用いており、また、動画像に対応するものについてはさらに動き補償を用いており、これら規格には本質的な差はない。

【0020】図9は一般的なJPEG、MPEG-1、MPEG-2、H261、H263等のエンコーダ/デコーダの構成を簡略化して示したブロック図である。図示した以外に、ヘッダ処理、ジグザグスキャン処理、JPEG以外の規格の場合にはさらに動き補償等の処理も必要であるが、本発明の本質には無関係なので、説明は省略する。

【0021】図9において、この一般的なエンコーダ1は離散コサイン変換器20と量子化器50と可変長符号化器60から構成されている。

【0022】原画像10は、離散コサイン変換器20に入力され、8ピクセル×8ピクセルのサイズの矩形領域（ブロック）単位に、二次元離散コサイン変換が施され、実空間領域で表現されたデータから空間周波数領域で表現されたデータに変換される。一般的に、画像データを空間周波数領域で表現すると低周波領域に偏ってデータが存在するため、データ量圧縮が容易になる。この処理はそのために行われる。

【0023】離散コサイン変換器20から出力されたデータは、量子化器50に入力され、量子化される。この処理によってデータのとりうる値の範囲を狭くし、データ量を圧縮する。

【0024】量子化器50から出力されたデータは、可変長符号化器60に入力され、可変長符号化される。可変長符号化は、データ中で出現頻度が高い値ほど短い長さの符号を割り当てることによってデータ量を圧縮するもので、MPEG等の場合はハフマン符号を使用している。

【0025】そして、可変長符号化器60から出力されたデータは蓄積/伝送手段70によって蓄積あるいは伝送される。すなわち、光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスクなどの蓄積媒体に記録され販売/頒布される。またあるいは、地上波/衛星/有線など無線/有線伝送により通信または放送される。

【0026】一方、図9において、一般的なデコーダ2は、可変長復号化器80と逆量子化器90と逆離散コサイン変換器100から構成されている。

【0027】エンコーダ1で作成され、蓄積/伝送手段70を経たデータは、可変長復号化器80に入力され

る。

【0028】可変長復号化器80は、可変長符号をそれに割り当てられている値を表現する固定長符号に復号し出力する。これは後の処理を容易にするためである。

【0029】可変長復号化器80から出力されたデータは、逆量子化器90に入力され逆量子化される。すなわち、エンコーダ1側で量子化される前の大きさの値にほぼ復元される。

【0030】逆量子化器90の出力は、逆離散コサイン変換器100に入力され、8ピクセル×8ピクセルのブロック単位に、二次元逆離散コサイン変換が施され、空間周波数領域で表現されたデータから実空間領域で表現されたデータに変換される。すなわち、原画像とほぼ同一の再生画像110が得られる。ただし、量子化/逆量子化の過程で情報の一部が失われるので、原画像10と完全に同一な再生画像は得られない。

【0031】次に、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0032】図1は、本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【0033】図1において、本発明のエンコーダ3は、離散コサイン変換器20と、電子すかし埋め込み手段40と量子化器50と可変長符号化器60とを含む。

【0034】また、本発明のデコーダ4は、可変長復号化器80と逆量子化器90と逆離散コサイン変換器100と電子すかし検出手段120と検出表示手段130とを含む。

【0035】なお、ここでも、先に説明した一般的なJPEG、MPEG等のエンコーダ/デコーダの場合と同様に、ヘッダ処理やジグザグスキャン処理、動き補償等の本発明の本質に無関係な部分については省略してあるが、それらは一般的なエンコーダ/デコーダのそれと同じである。

【0036】図1において、エンコーダ3側では、原画像10は、離散コサイン変換器20に入力され、8ピクセル×8ピクセルのブロック単位に、二次元離散コサイン変換が施され、実空間領域で表現されたデータから空間周波数領域で表現されたデータに変換される。

【0037】離散コサイン変換器20から出力されたデータは、電子すかし埋め込み手段40に入力され、ある特定の電子すかしデータ30を埋め込まれる。電子すかし埋め込み手段40から出力されたデータは量子化器50に入力され、量子化される。量子化器50から出力されたデータは、可変長符号化器60に入力され、固定長符号から可変長符号に符号化され、MPEG等に準拠した圧縮デジタル画像データとして可変長符号化器から出力される。

【0038】可変長符号化器60から出力された、MPEG等に準拠した圧縮デジタル画像データは、蓄積/伝送手段70を介して、デコーダ4に入力される。すなわ

ち、光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスクなどの蓄積媒体に記録され販売／頒布され、あるいは地上波／衛星／有線など無線／有線放送により伝送され、またあるいは地上波／衛星／有線など無線／有線通信、ATM、イーサネット、ISDNなどネットワークによる通信により伝送される、などしてデコーダ4側に届けられる。

【0039】デコーダ4側では、蓄積／伝送手段70によって届いた圧縮デジタル画像データは、可変長復号化器80に入力され、固定長符号に変換されて出力される。可変長復号化器80から出力されたデータは、逆量子化器90に入力され、逆量子化され、出力される。逆量子化器90から出力されたデータは、逆離散コサイン変換器100と電子すかし検出手段120に入力される。

【0040】逆離散コサイン変換器100に入力されたデータは、8ピクセル×8ピクセルのブロック単位に、二次元逆離散コサイン変換が施され、空間周波数領域で表現されたデータから、実空間領域で表現されたデータへと変換され、原画像とほぼ同一の再生画像110として出力される。

【0041】一方、電子すかし検出手段120に入力されたデータは、その中にある特定の電子すかしデータ30が埋め込まれているかどうか調べられる。その特定の電子すかしデータ30が埋め込まれていることが検出された場合には、検出されたことを示す信号を出力する。なお、この電子すかしデータ30は、エンコーダ3側の電子すかしデータ30と同一のものである。

【0042】電子すかし検出手段120が出力する、データ中にある特定の電子すかしデータ30が埋め込まれていることを示す信号は、検出表示手段130に入力され、その信号に従って、音、光、文字、映像等何らかの手段で検出状態を表示する。あるいはまた、その結果をファイルに記録したり、その信号に従って別の機器の状態を制御する。

【0043】図2は、電子すかし埋め込み手段40の構成を示すブロック図である。図2に示すように、電子すかし埋め込み手段40は、第1の乗算器45aと、第2の乗算器45bと、定数(α)レジスタ46と、加算器47と、部分平均計算器48から構成される。

$$F(i) = f(i) + \alpha * \text{avg}(f(i)) * w(i) \\ (i = 1, 2, \dots, n)$$

を各iについて計算し、入力されたデータ中のf(i)をF(i)に置換して出力する。この式は、原画像のスペクトラムの各成分f(i)に、データα*avg(f(i))*w(i)をすかしとして加算することを意味する。

【0053】ここで、αはスケール係数であり、avg(f(i))はf(i)の近傍3点(f(i-1)、f(i)、f(i+1)の3点)の絶対値の平均

【0044】図3は、電子すかし検出手段120はの構成を示すブロック図である。図3に示すように、電子すかし検出手段120は、部分平均計算器48と、除算器125と、内積計算器126と、しきい値レジスタ127と、比較器128から構成される。

【0045】次にこれら図1から図3を参照して、本発明の第1の実施の形態の動作について説明する。

【0046】先ず、エンコーダ3側では、原画像10は実空間領域で表現されたデジタルデータであるとする。

このデジタルデータは、コンピュータグラフィックス(CG)画像のように初めからデジタルデータとして制作されたものでも、写真や絵画等をスキャナで走査してデジタル化されたものでも、ビデオ信号をキャプチャしてデジタル化されたものでもかまわない。

【0047】原画像10は、離散コサイン変換器20に入力され、8ピクセル×8ピクセルのブロック単位に、直交変換の一種である二次元離散コサイン変換により、実空間領域で表現されたデータから空間周波数領域で表現されたデータに変換される。

【0048】自然画像は実空間領域で表現するとデータの発生確率に何の統計的偏りもなく、データ量圧縮は困難であるが、二次元離散コサイン変換により空間周波数領域で表現された形に変換すると、データの発生確率に統計的偏りが生じ、データ量圧縮が容易になる。具体的には、低周波数領域に偏ってデータが存在する。

【0049】離散コサイン変換器20から出力されたデータは、電子すかし埋め込み手段40に入力され、ある特定の電子すかしデータ30が埋め込まれる。

【0050】この電子すかしデータ30の埋め込みは、8ピクセル×8ピクセルのブロック単位に次のように行われる。

【0051】離散コサイン変換器20から出力される、空間周波数領域データの交流(AC)成分のうち、低周波数成分から順にn個をとりf(1)、f(2)、…、f(n)とする。

【0052】電子すかしデータ30の内容w(1)、w(2)、…、w(n)としては、平均0、分散1である正規分布より選ぶ。実際には、あらかじめ選んで、その電子すかしデータに対応させて意味づけをしておく。そして、

を取った部分平均である。この部分平均は、部分平均計算器48で行われる。上述のF(i)の演算が図2の乗算器45a、45bおよび加算器47で行われることは明らかであろう。

【0054】空間周波数領域では、低周波数領域にデータが偏って存在している、すなわち、低周波数領域のパワースペクトラムが大きいので、その部分に電子すかしとして小さな値を加算しても画像に与える影響はきわめ

10

20

30

40

50

て小さく、現実的には人間の目ではほとんど知覚できない。一方、パワースペクトラムが大きい成分は画像の特徴的な部分を表しているため、埋め込まれた電子すかしを無理に取り除くと、画像そのものを著しく損なってしまう。つまり、画質を損なうことなく電子すかしを埋め込むことができるが、第三者が、埋め込まれた電子すかしを画質を損なうことなく取り除くことはほとんど不可能であり、これがデータのヘッダ等にフラグの形で情報を入れる方法と大きく異なる特徴である。

【0055】また、空間周波数領域において、画像の特徴的な部分に電子すかしが埋め込まれるため、画像が拡大、縮小処理されたり、一部分を切り取られたりVTRに録画されたり紙に印刷されたりしても埋め込まれた電子すかしデータは残り、再度デジタルデータ化して検出処理を行えば検出することができるという特徴もある。

【0056】電子すかし埋め込み手段40から出力されたデータは、量子化器50に入力され、量子化される。ここでの量子化とは、各周波数成分の値を1より大きい整数値で整数除算することで、結果として、もともと小さな値しかもたない高周波数成分の値の多くは0となり、また、0でなくとも、とりうる値の範囲が狭くなるので、データ量を減らすことができる。

【0057】量子化器50が出力したデータは、可変長符号化器60に入力され、固定長符号から可変長符号へ符号化され、MPEG等で圧縮されたデジタル画像データとして出力される。

【0058】可変長符号化は、データ中で出現頻度が高い値ほど短い長さの符号を割り当てることによってデータ量を減らすもので、ハフマン符号や算術符号等がある。MPEG等ではハフマン符号が使用されるが、一般的な可変長符号は符号化-復号化の過程は可逆で、可逆な符号ならばどの符号を使用しても本発明の動作および効果に影響は全くない。

【0059】このようにして可変長符号化器60から出力されたデジタル画像データは、蓄積/伝送手段70によってデコーダ4に届けられる。すなわち、CD-ROM等の蓄積媒体に記録されて販売/頒布されたり、無線/有線による放送、通信によって伝送されてデコーダ4まで届くことになるが、本発明はそれらの形態には依存しない。

【0060】デコーダ4に届いたデジタル画像データは、可変長復号化器80に入力され、可変長符号から固定長符号に変換される。可変長符号化は蓄積/伝送の過程でのデータ量を減らすために行っているもので、データを処理する際には固定長符号の方が容易だからである。

【0061】可変長復号化器80から出力されたデータは逆量子化器90に入力され、逆量子化され、出力される。ここでは、エンコーダ3側で量子化の際に除算に使用した整数を乗算することによって、各周波数成分の値

をほぼ元の値に戻す。この段階で、空間周波数領域で表現された形で原画像がほぼ再生されたことになる。逆量子化器90から出力されたデータは逆離散コサイン変換器100と電子すかし検出手段120に入力される。

【0062】逆離散コサイン変換器100に入力されたデータは、 8×8 のブロック単位に、二次元逆離散コサイン変換を施され、空間周波数領域で表現されたデータから実空間領域で表現されたデータに変換され、再生画像110として出力される。このとき、埋め込まれている電子すかしデータ30は、正確には再生画像110中にノイズとして存在しているが、前述したように現実的には人間には知覚できないので問題ない。

【0063】また、再生画像110の表示には、CRT等に表示する、NTSC等のビデオ信号にエンコードして出力する、あるいは磁気ディスク等にファイルとして記録する、あるいはプリンタ等により紙上に印刷するなど、様々な態様がある。

【0064】電子すかし検出手段120に入力されたデータは、その中にある特定の電子すかしデータ30が埋め込まれているかどうかを調べ、埋め込まれていた場合にはそのことを示す信号を出力する。

【0065】電子すかしデータ30の検出は、 8×8 のブロック単位に次の処理を行う。

【0066】入力されたブロックのデータについて、そのAC成分のうち低い周波数成分のものから順に n 個をとり、 $F(1)$ 、 $F(2)$ 、 \dots 、 $F(n)$ とし、 $F(i)$ の近傍3点($F(i-1)$ 、 $F(i)$ 、 $F(i+1)$)の3点の絶対値の平均値を部分平均 $avg(F(i))$ としたとき、

$$W(i) = F(i) / avg(F(i)) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

を全ての i について、部分平均計算器、除算器125で行われる。

【0067】さらに1画像分の $W(i)$ の総和 $WF(i)$

(i)を全ての i について計算する。次に、内積計算器126は、電子すかしデータ30である $w(i)$ と先に求めた $WF(i)$ の統計的類似度をベクトルの内積を利用して統計的類似度 C を求める。

$$C = WF \cdot w / (WFD * wD)$$

ここで、 $W = (WF(1), WF(2), \dots, WF(n))$ 、 $w = (w(1), w(2), \dots, w(n))$ 、 $WFD =$ ベクトル WF の絶対値、 $wD =$ ベクトル w の絶対値である。 \cdot は内積を示す。統計的類似度 C がある特定の値(しきい値)以上である場合にはその電子すかしデータ30が埋め込まれていると判定する。

【0069】この電子すかしデータ30は、エンコーダ3側の電子すかしデータ30と同一のものである。

【0070】検出表示手段130は、電子すかし検出手段120が出力する。データ中にある特定の電子すかしデータ30が埋め込まれていることを示す信号を入力さ

れ、その信号に従って、音、音声、光、文字、映像等を出力し、あるいはファイルに記録し、あるいは通信し、あるいはその信号に従って別の何らかの機器を制御するなどして、電子すかしデータ30が検出されたことを外部に表示する。

【0071】次に、本発明の第2の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0072】図4は、本発明の第2の実施形態を示すブロック図である。図4に示されるように、エンコーダ5aは、離散コサイン変換器21と、電子すかし埋め込み器41と、電子すかしデータ31aと、量子化器51と、可変長符号化器61から構成される。

【0073】また、デコーダ6aは、可変長復号化器81と、逆量子化器91と、逆離散コサイン変換器101と、電子すかし検出器121と、警告提示器131と、電子すかしデータ31aから構成される。

【0074】エンコーダ5a側では、原画像10は、離散コサイン変換器21に入力され、8×8のブロック単位に、二次元離散コサイン変換により、実空間領域で表現した形式のデータから空間周波数領域で表現した形式のデータに変換され、出力される。

【0075】電子すかし埋め込み器41は、離散コサイン変換器21が出力したデータに、予め複製禁止の意味を与えられた電子すかしデータ31aを埋め込み、出力する。量子化器51は、電子すかし埋め込み器41出力を入力され、それを量子化して出力する。可変長符号化器61は、量子化器51出力を入力され、それを固定長符号から可変長符号に符号化して出力する。可変長符号化器61の出力は、圧縮デジタル画像データとしてエンコーダ5aの出力となる。

【0076】エンコーダ5aから出力されたMPEG等で圧縮されたデジタル画像データは、蓄積／伝送手段70を経てデコーダ6aまで届く。すなわち、CD-ROM、DVD-ROM等の光ディスク、HD等の磁気ディスク、MO等の光磁気ディスクのような蓄積媒体に記録されて販売／頒布されたり、衛星放送、地上波放送、有線放送、ATM回線、ISDN回線等の、無線／有線による放送、通信によって伝送されたりしてデコーダ6aまで届くことになる。

【0077】このようにしてデコーダ6aまで届いたMPEG等で圧縮されたデジタル画像データは可変長復号化器81に入力され、可変長符号から固定長符号に復号され出力される。可変長復号化器81出力は逆量子化器91に入力され、逆量子化され、出力される。逆量子化器91出力は逆離散コサイン変換器101と電子すかし検出器121に入力される。逆離散コサイン変換器101に入力されたデータは、8×8のブロック単位に二次元逆離散コサイン変換が施され、空間周波数領域での表現から実空間領域での表現に変換され、再生画像110として出力される。

【0078】一方、電子すかし検出器121は、入力されたデータに電子すかしデータ31aが埋め込まれているかどうかを検出し、もし埋め込まれていた場合には検出したことを示す信号を出力する。

【0079】この実施形態では、電子すかしデータ31aには複製禁止という意味が予め与えられているので、電子すかしデータ31aが検出されたデジタル画像データは、その画像の著作権者あるいは版權者等によって複製が禁止されているということがわかる。

【0080】警告提示器131は、電子すかし検出器121が出力する、電子すかしデータ31aを検出したことを示す信号を入力され、電子すかしデータ31aが検出された場合には、使用者に対してそのデジタル画像データの複製は禁止されているという主旨の警告を発し、使用者の良心に訴えることで不正使用を抑制する。

【0081】具体的には、複製禁止を示すランプ、LED等の点灯や、警告音声の出力、文字表示などの方法で警告を発することができる。

【0082】次に、本発明の第3の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0083】図5は、本発明の第3の実施形態の構成を示すブロック図である。図5において、エンコーダ5aは第2の実施形態のエンコーダ5aと同一である。デコーダ6bは、第2の実施形態のデコーダ6aの構成要素に加え、逆離散コサイン変換器101の後にVTR録画防止器141を備える点が第2の実施形態と異なっている。

【0084】第3の実施形態の動作は、次のようになる。なお、第2の実施形態と同じ部分についてはその動作も同じであるので、ここでは繰り返さない。

【0085】逆離散コサイン変換器101の出力、すなわち再生画像データはVTR録画防止器141に入力される。また、電子すかし検出器121の出力はVTR録画防止器141と警告提示器131に入力される。

【0086】VTR録画防止器141は、通常は逆離散コサイン変換器101が出力する再生画像データを入力され、それをNTSC、PAL等のTV信号に変換して出力する。しかしながら、電子すかし検出器121から電子すかしデータ31aが埋め込まれていることを検出したことを示す信号が入力された場合、すなわち、複製が禁止されている場合には、再生画像データに、VTR等への正常な録画を妨害するための信号を加えて出力する。

【0087】この、VTRへの正常な録画を妨害する信号は、たとえそれがTV信号に加わってもTV受像機には正常に表示されるが、VTRには正常に録画されないようなものでなければならない。

【0088】このようなものは幾つも考えられている。具体的には、VTRでは走査同期、色同期等のフィードバック制御ループの中に機械的要素が入っているため応

答が遅いのに対して、TV受像機ではそれらのループは電氣的要素だけで構成されているため応答が速いという特性の違いを利用して、規格外の信号を混入しVTRのそれらの制御ループを誤動作させることで実現する方法が多い。

【0089】VTR録画防止器141の出力がデコーダ6bの出力として出力され、これをTV受像機で表示することにより再生画像110が得られる。

【0090】この例では、複製禁止のデータに対しては、複製禁止という警告を発するだけでなく、VTRに正常に録画できないように処理したTV信号の形で再生画像を出力するので、第2の実施形態より大きな複製防止効果が期待できる。

【0091】次に、本発明の第4の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0092】図6は、本発明の第4の実施形態を示すブロック図である。

【0093】図6に示されるように、エンコーダ5c、デコーダ6cは、電子すかしデータ31cの意味付けが著作権者情報である点と、警告提示器131の代わりに検出表示器132が備えられている点が第2の実施形態と異なっている。

【0094】第4の実施形態の動作は次のようになる。以下で説明を省略した部分の構成および動作は第2の実施形態と同じである。

【0095】電子すかし検出器121の出力は検出表示器132に入力される。検出表示器132は、電子すかし検出器121が、電子すかしデータ31cが埋め込まれていることを検出したことを示す信号が入力されると、検出されたことをLEDを点灯する等の方法によって外部に示す。

【0096】エンコーダ5c、デコーダ6cでは、電子すかしデータ31cはメモリカード等に記憶させて機器から脱着可能な構造にしておけば機器を複数人数で共用できる。

【0097】この例では、デジタル画像データの制作者は、データの制作時に自分に固有の電子すかしデータ31cを著作権者のID、すなわち一種の電子署名としてエンコーダ5cで作品に埋め込んでおく。

【0098】こうして作成されたデジタル画像データは、蓄積／伝送手段70を経て流通することになるが、そのなかには不正に複製され無断で使用されるデータもでてくる。

【0099】もし、不正複製され無断で流用されていると思われるデータを発見したとき、そのデータに対して、デコーダ6cで自分が著作権者IDとして使用した電子すかしデータ31cの検出処理を行う。もし、そのデータが不正複製されたデジタルデータ200であれば、埋め込んである電子すかしデータ31cが検出できるので、それを証拠として、相手に使用の中止を求めた

り、損害賠償請求等の法的手段をとることができる。

【0100】また、逆に、自分の作品の贋作と思われるデータを発見したとき、そのデータに対して、デコーダ6cで自分が著作権者IDとして使用した電子すかしデータ31cの検出処理を行う。もし、そのデータが贋作であれば、埋め込んであるはずの電子すかしデータ31cが検出されないの、それを証拠として法的手段等をとることができる。

【0101】次に、本発明の第5の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0102】図7は、本発明の第5の実施形態を示すブロック図である。

【0103】図7から明らかなように、エンコーダ5d、デコーダ6dは、複数の電子すかしデータを埋め込み、あるいは検出できる構成になっている。

【0104】まず、エンコーダ5dは、第2の実施形態のエンコーダ5aの電子すかしデータ31aの代わりに、電子すかしデータ1から電子すかしデータnまでのn個の電子すかしデータを記憶している電子すかしデータテーブル32を備えている。さらに、エンコーダ5aの構成要素に加え、電子すかしデータ選択器151と、フィードバック制御器161と、フィードバック器171を備えている。

【0105】第5の実施形態の動作は次のようになる。説明を省略した部分の構成および動作については第2の実施形態と同じである。

【0106】複数の電子すかしデータを埋め込むためには、ある電子すかしデータを埋め込んだデータに対して、再度電子すかしデータを埋め込む処理を行う。

【0107】電子すかしデータ選択器151は、電子すかしデータテーブル32に記憶されている電子すかしデータ1から電子すかしデータnまでのn個の電子すかしデータの中から、 j ($0 \leq j \leq n$) 個の埋め込む電子すかしデータを選択し、電子すかし埋め込み器41へ順次出力するよう電子すかしデータテーブル32を制御する。

【0108】また、埋め込む電子すかしデータの数 j 、すなわち、埋め込み処理の繰返し回数 j をフィードバック制御器161へ出力する。

【0109】フィードバック制御器161は、電子すかしデータ選択器が出力する、埋め込む電子すかしデータの数 j を入力され、電子すかし埋め込み器41の出力をその入力に $j-1$ 回フィードバックするようフィードバック器171を制御する。

【0110】フィードバック器171は、フィードバック制御器161の出力に従って、電子すかし埋め込み器41の出力をその入力にフィードバックさせる。

【0111】次に、デコーダ6dは、第2の実施形態のデコーダ5aの電子すかしデータ31aの代わりに、電子すかしデータ1から電子すかしデータnまでのn個の

電子すかしデータを記憶している電子すかしデータテーブルを備えている。さらに、デコーダ6aの構成要素に加え、電子すかしデータ選択器151と、検出制御器181を備えている。

【0112】複数の電子すかしデータを検出するためには、検出したい全ての電子すかしデータそれぞれについて検出処理を行う。

【0113】電子すかしデータ選択器151は、電子すかしデータテーブル32に記憶されている電子すかしデータ1から電子すかしデータnまでのn個の電子すかしデータの中から、k ($0 \leq k \leq n$) 個の検出する電子すかしデータを選択し、電子すかし検出器121へ順次出力するよう電子すかしデータテーブル32を制御する。また、この繰り返し処理を可能とするために、この実施形態の電子すかしデータ検出器は、検出する電子すかしデータの数k、すなわち、検出処理の繰り返し回数kを検出制御器181へ出力する。

【0114】検出制御器181は、電子すかしデータ選択器が出力する、検出する電子すかしデータの数kを入力され、k回検出処理を繰り返すように電子すかし検出器121を制御する。

【0115】この実施形態では、第1から第4の実施形態に比較して、より多くの情報を埋め込み、また、検出することができるので、例えば、複製禁止情報と著作権者情報とを意味付けられた2つの電子すかしデータを埋め込めば、第1の実施形態の効果と第2の実施形態の効果が合わせて得られるし、さらに別の情報も埋め込めばより大きな効果を得ることもできる。

【0116】なお、以上説明した実施形態では、画像信号を空間周波数領域のデータへ変換する手段として、離散コサイン変換を用いた場合を例として説明したが、この変換には、他の直交変換方式、例えば、アダマール変換、フーリエ変換、K-L変換等を使用してもよいことは、当業者には自明であろう。

【0117】また、本発明の画像処理装置のエンコーダ、デコーダの部分を、マイクロプロセッサ等と、ROM、フロッピーディスク等のプログラム格納用記録媒体で構成し、以上述べた実施形態の動作を忠実に実現するためのプログラムをこのプログラム格納用記録媒体に格納することにより、以上述べた種々の実施形態と同一の動作を行わせることも当業者には、自明の変更すぎないことは、明らかである。

【0118】これらの変更も、本発明の範囲の一部をなす。

【0119】

【発明の効果】第1の効果は、本発明のエンコーダは、画質を損なうことなく画像に電子すかしデータ（識別データ）を埋め込むことができるということである。

【0120】その理由は、埋め込まれた電子すかしデータは、画像としてみると、低いレベルのノイズとして存

在しているので、人間の目にはほとんど知覚されないからである。

【0121】また、電子すかしデータの埋め込みは、画像を空間周波数領域で表現したときに大きな値をもつ周波数成分に対して電子すかしデータのパターンを加算することで行うが、その際、電子すかしデータとして、平均0、分散1である正規分布から選び、さらに、それを加算する周波数成分の値の大きさに比例させてスケールングしてから加算するので、画像に与える影響が小さいからである。

【0122】第2の効果は、本発明のエンコーダで画像に埋め込まれた電子すかしデータを第三者が削除、改変することはほぼ不可能だということである。

【0123】その理由は、電子すかしデータは、埋め込む対象の画像を空間周波数領域で表現したときに大きな値をもつ周波数成分に埋め込まれているので、フィルタ等の処理、複製、VTRでの録画、紙への印刷などによっても除去できず、また、第三者が異なる電子すかしデータを後から埋め込んでも既に埋め込まれていた電子すかしデータは残り、デコーダで検出できるからである。また、もし電子すかしデータを検出できないまでに処理すると、画像の特徴的な部分の情報を破壊してしまうので画質を著しく損ない、画像の価値がなくなり電子すかしデータを削除する意味がないからである。

【0124】第3の効果は、デジタル画像データの制作者や出版社が、本発明のエンコーダで、その画像に著作権者や版権者などに固有の電子すかしデータをあらかじめ画像に埋め込んでおくことにより、不正複製された可能性のあるデータを発見したとき、そのデータに対してデコーダで検出処理を行い、そのデータから自分に固有の電子すかしデータが検出できれば、そのデータの正規の権利者が自分であることが証明できるということである。

【0125】その理由は、埋め込まれた電子すかしデータは、第三者には削除、改変できず複製されても永久に残り、無理に削除すれば画質を著しく損なってしまうからである。

【0126】第4の効果は、デジタル画像データの制作者や出版社が、本発明のエンコーダで、その画像に複製禁止の情報をもち電子すかしデータをあらかじめ埋め込んでおくことで、デコーダでそれを検出して複製禁止であることを使用者に警告したり、あるいはVTRに正常に録画できないような処理を施して出力することにより、不正複製を防止し、著作権等の権利者の権利保護ができるということである。

【0127】その理由は、埋め込まれた電子すかしデータは、第三者には削除、改変できず複製されても永久に残り、無理に削除すれば画質を著しく損なってしまうからである。

【0128】第5の効果は、JPEF、MPEG-1、

10

20

30

40

50

MPEG-2、H261、H263等の方式との組み合わせに適しており、比較的簡単な処理の追加で実現可能であるということである。

【0129】その理由は、JPEG、MPEG-1、MPEG-2、H261、H263等の方式はその基本的アルゴリズムが、エンコーダ側で実空間領域で表現された原画像を空間周波数領域での表現に変換してデータ量圧縮処理を行い、蓄積あるいは伝送し、デコード側で圧縮を解き空間周波数領域での表現から実空間領域での表現に変換し再生画像を得るものなので、電子すかしデータの埋め込み処理と検出処理のためだけに別に離散コサイン変換、逆離散コサイン変換等の多くの演算量が必要とする処理を行う必要がなく、それらの処理はJPEG、MPEG等の本来の処理で共用できるので、少ない演算量の増加で実現できるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における電子すかし埋め込み手段40の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における電子すかし検出手段120の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施形態を示すブロック図である。

【図5】本発明の第3の実施形態を示すブロック図である。

【図6】本発明の第4の実施形態を示すブロック図である。

【図7】本発明の第5の実施形態を示すブロック図である。

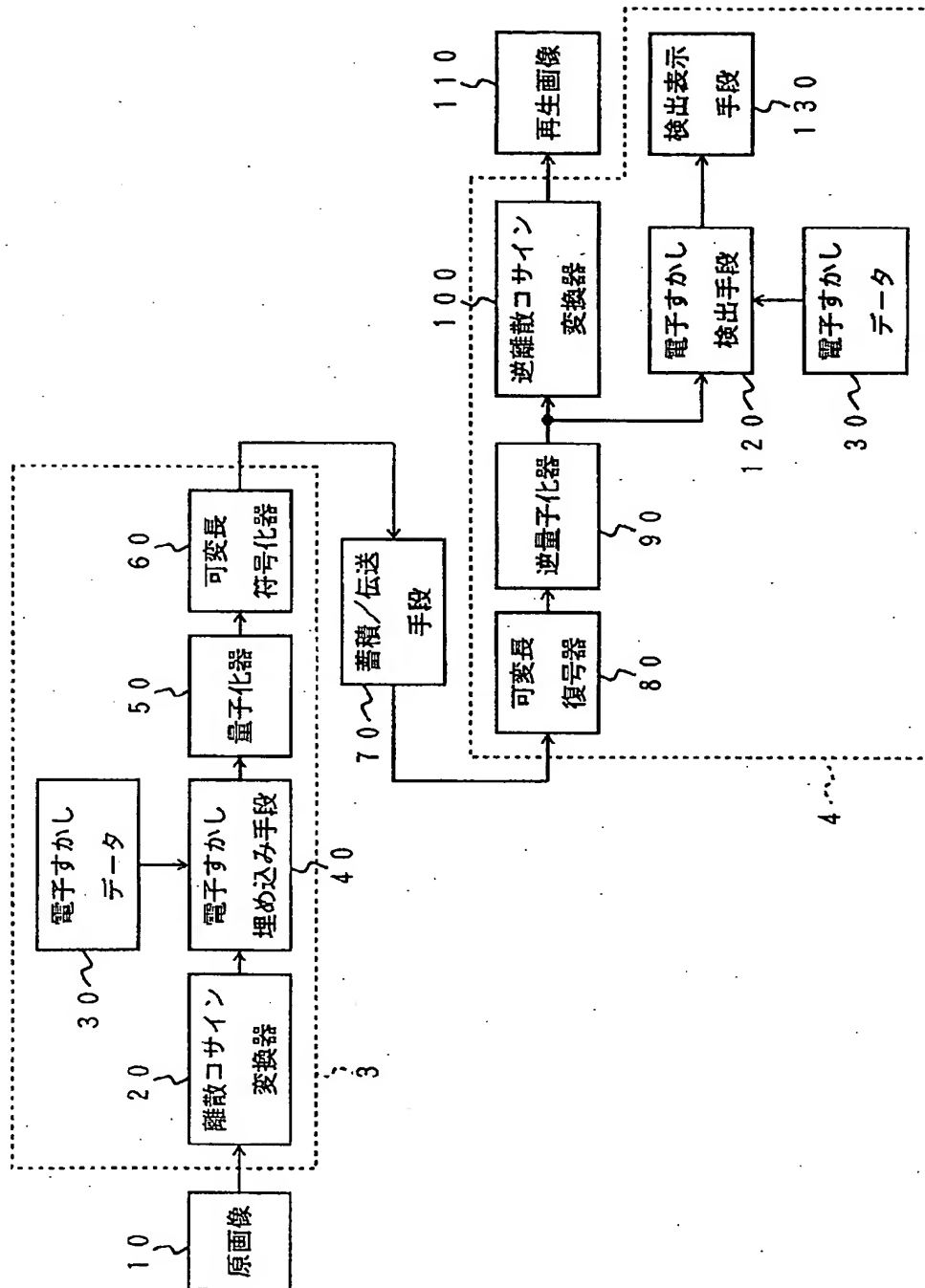
【図8】従来の技術を示すブロック図である。

【図9】一般的なエンコーダ1、デコーダ2の構成を示すブロック図である。

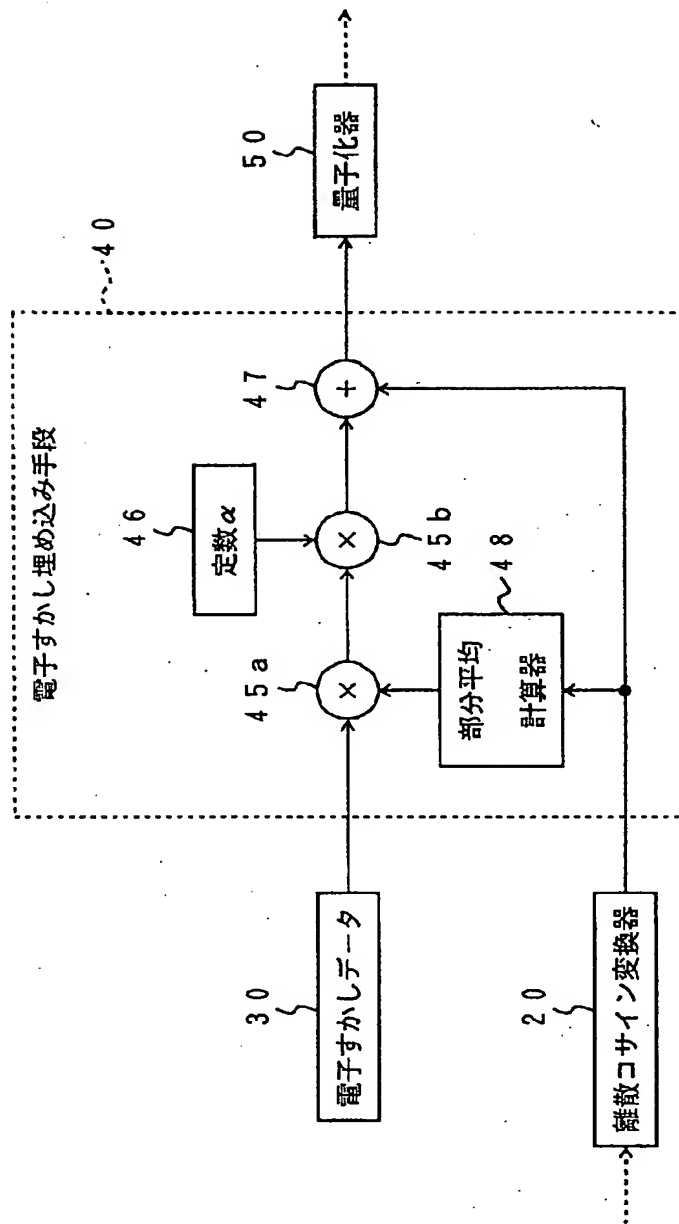
【符号の説明】

20, 21	離散コサイン変換器
30	電子すかしデータ
31a	電子すかしデータ（複製禁止情報）
31c	電子すかしデータ（著作権者情報）
32	電子すかしデータテーブル
40	電子すかし埋め込み手段
41	電子すかし埋め込み器
45a, 45b	乗算器
47	加算器
48	部分平均計算器
50, 51	量子化器
60, 61	可変長符号化器
70	蓄積／伝送手段
80, 81	可変長復号化器
90, 91	逆量子化器
100, 101	逆離散コサイン変換器
120	電子すかし検出手段
121	電子すかし検出器
125	除算器
126	内積計算器
128	比較器
130	検出表示手段
131	警告提示器
132	検出表示器
141	VTR録画防止器
151	電子すかしデータ選択器
161	フィードバック制御器
171	フィードバック器
181	検出制御器
210	スクランブラ
220	デスクランブラ

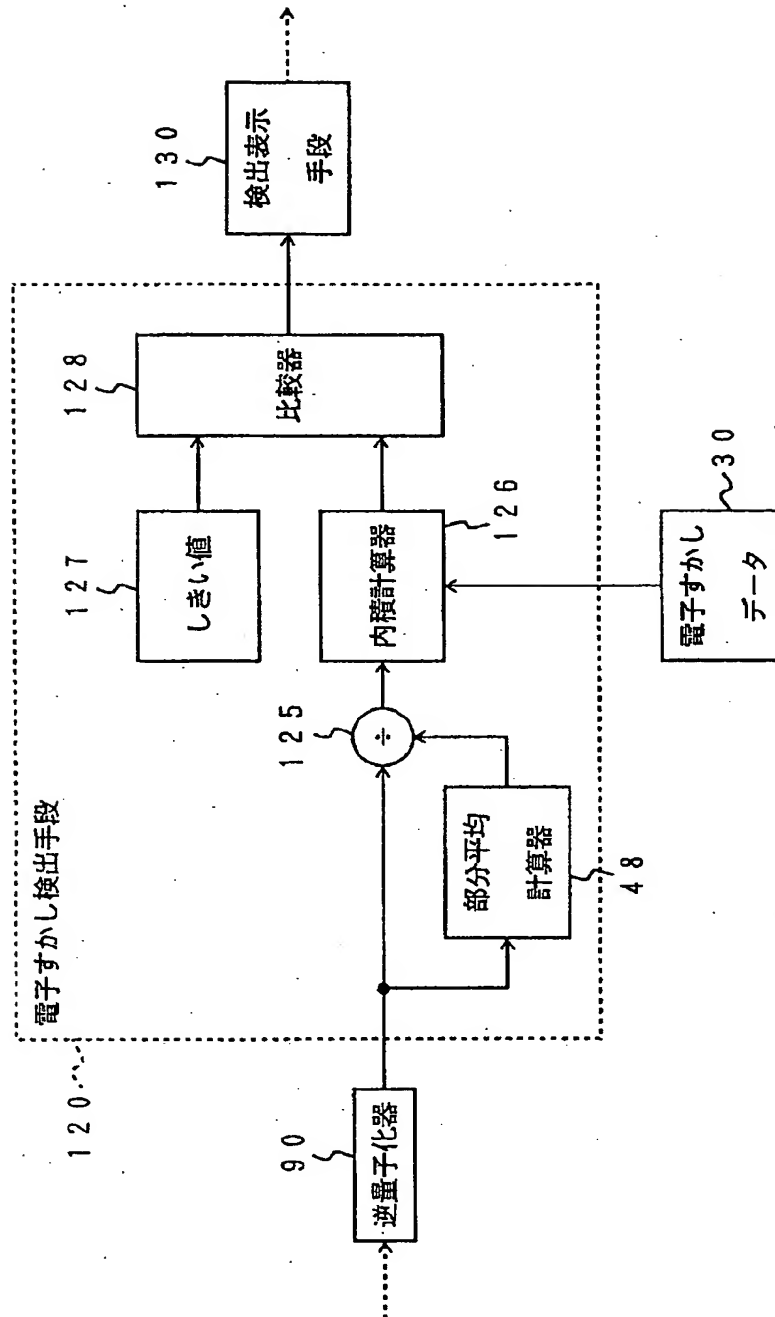
【図1】



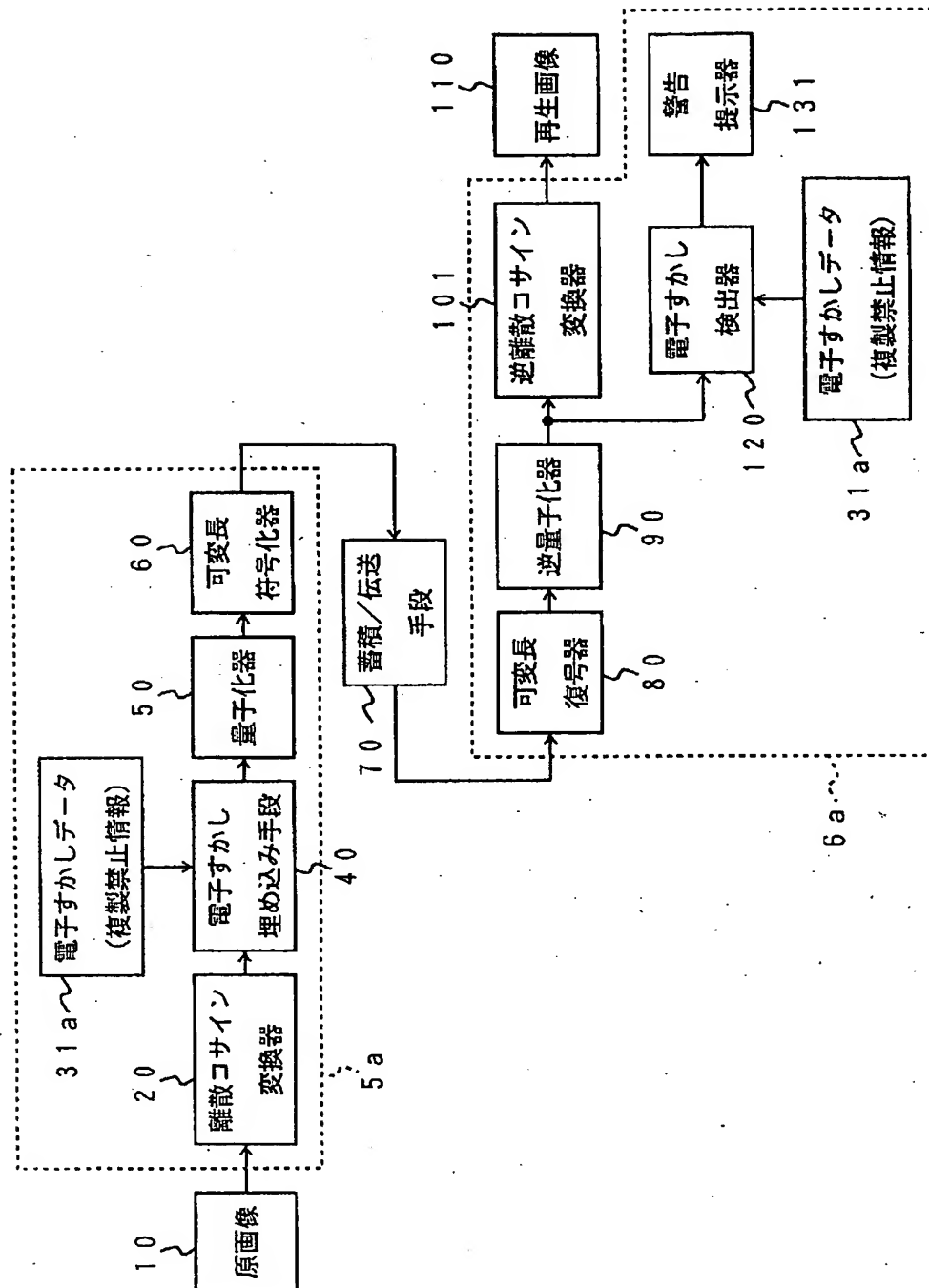
【図 2】



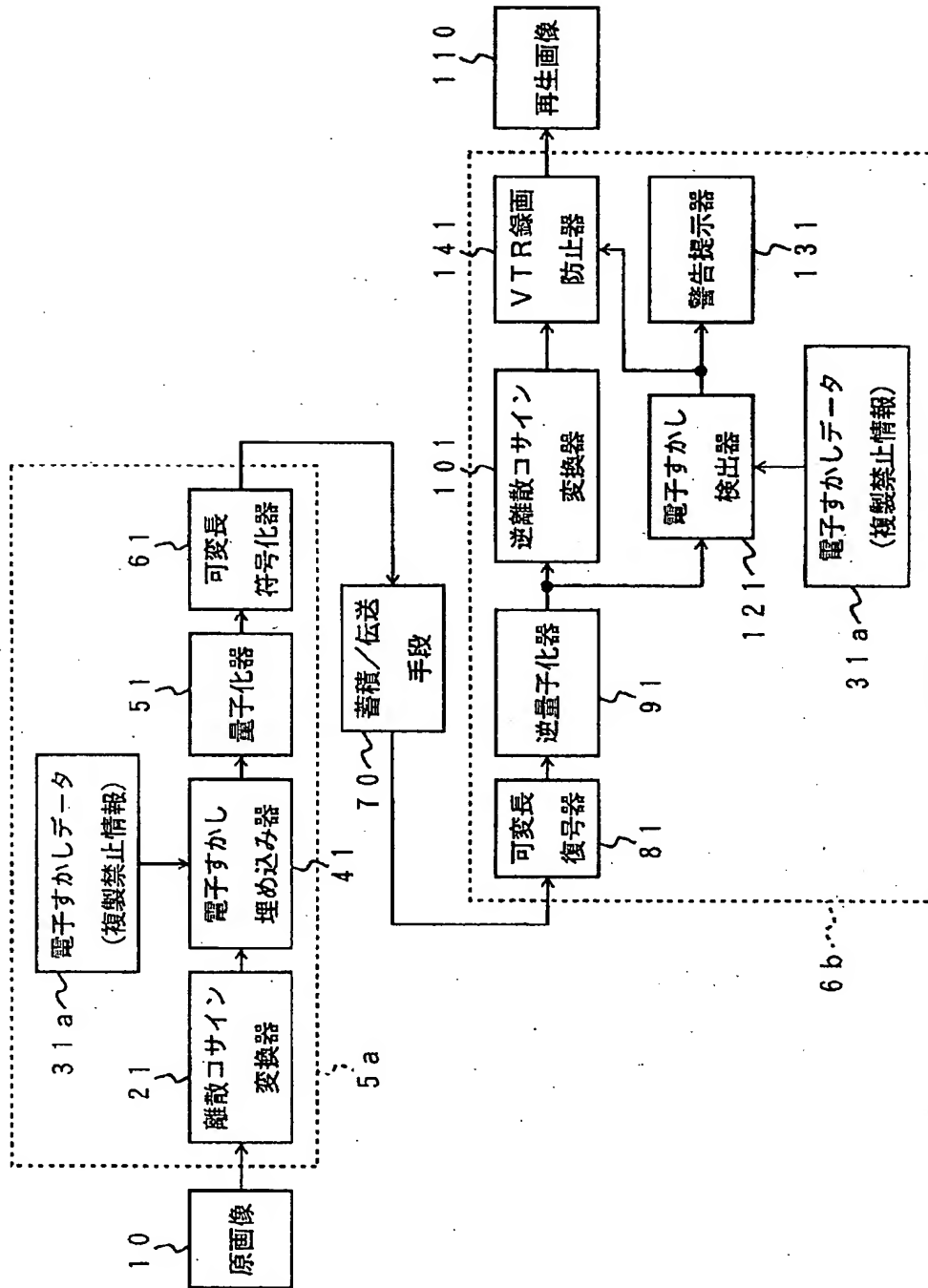
【図3】



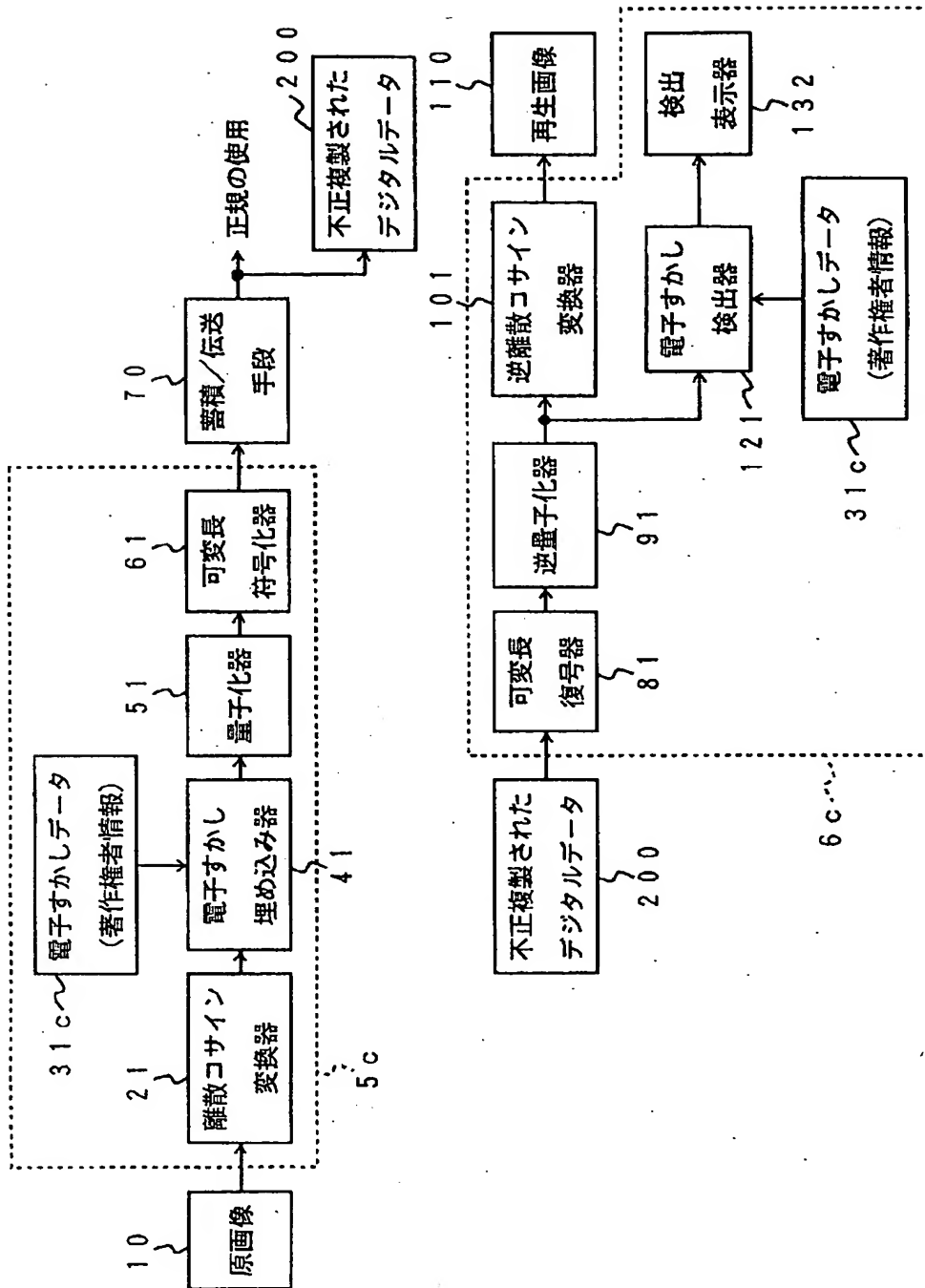
【図4】



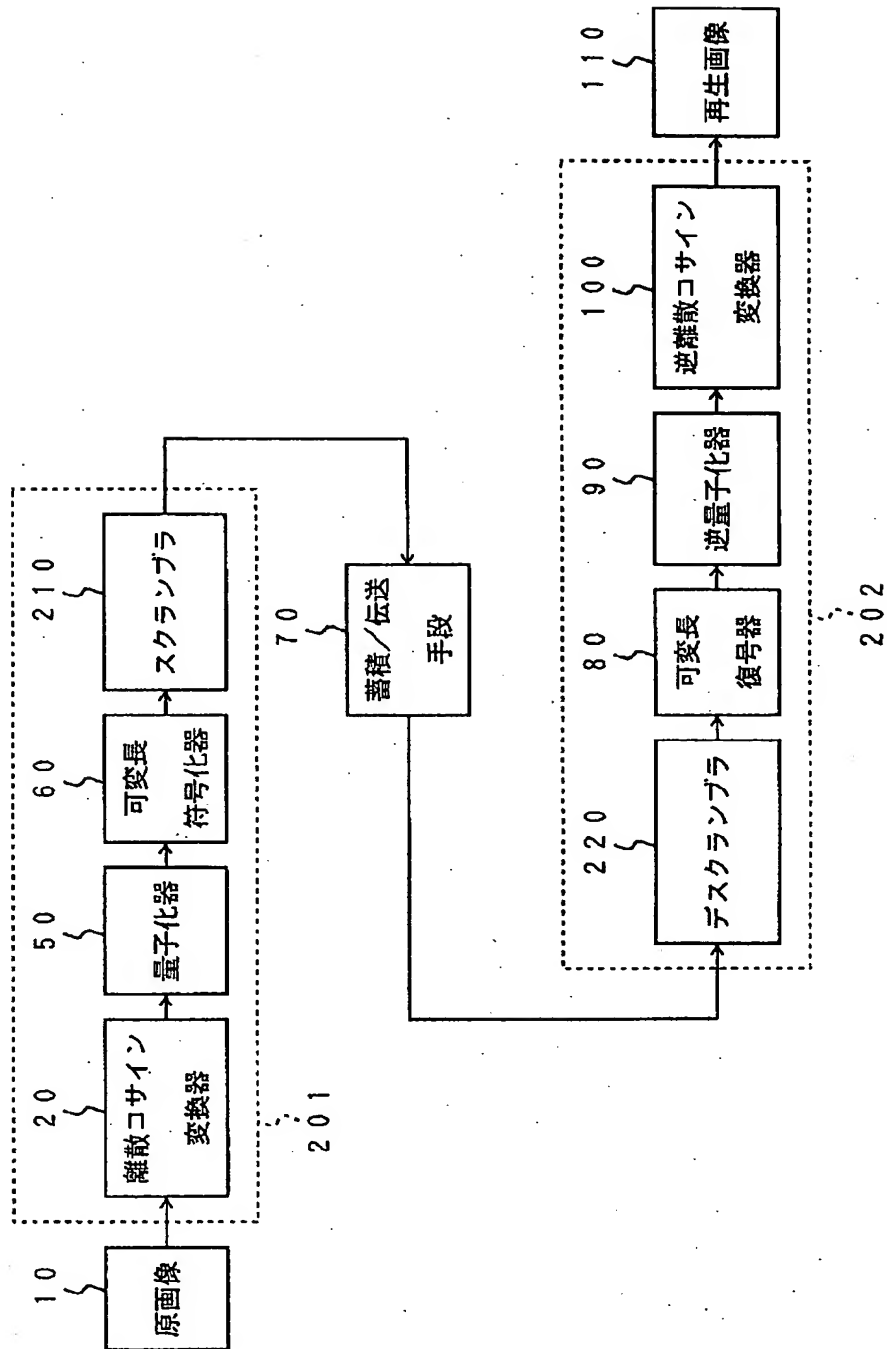
【図5】



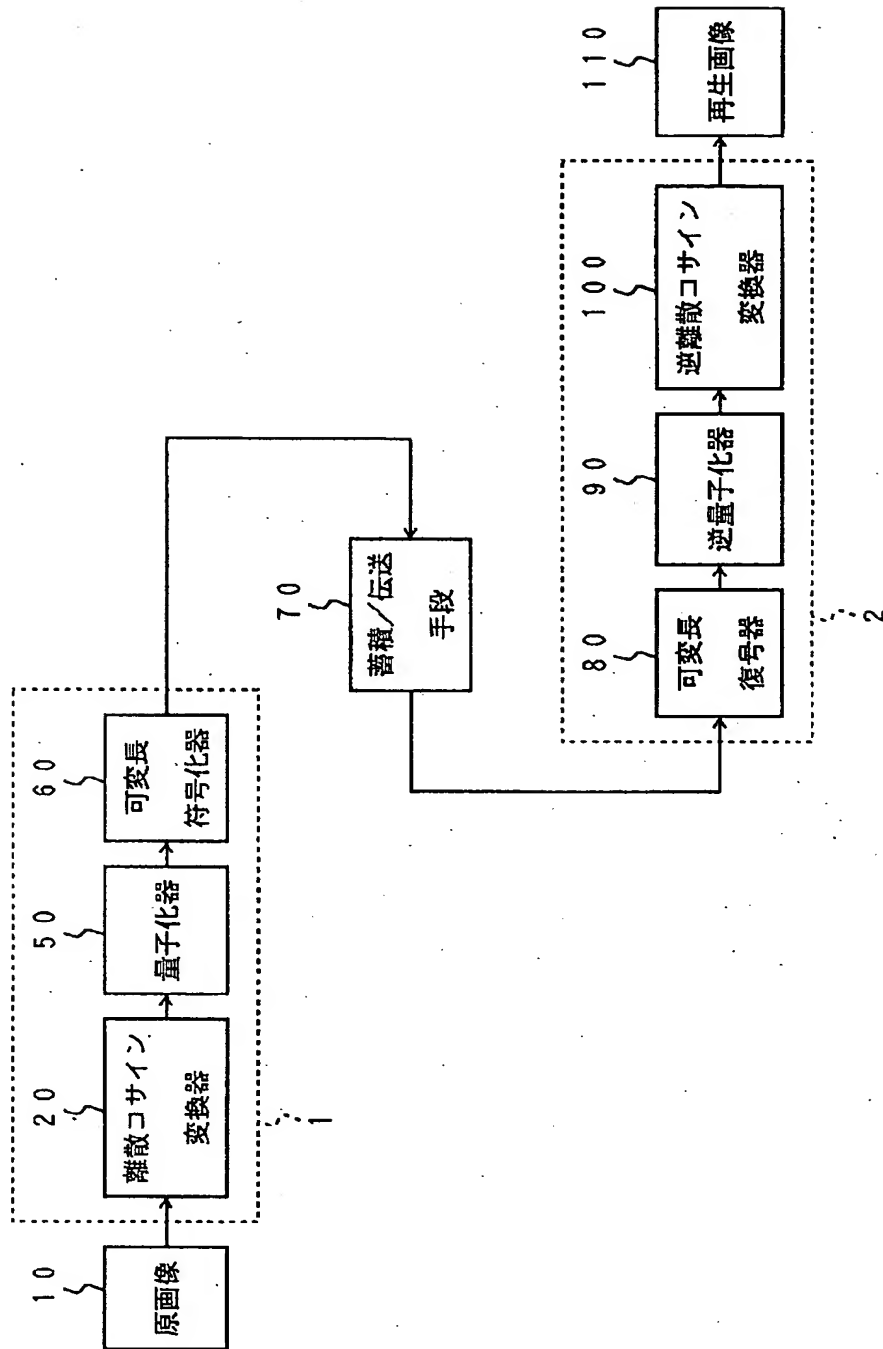
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 岡崎 文裕

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内